

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-024762

(43)Date of publication of application : 27.01.1995

(51)Int.Cl. B25J 13/00  
G05B 19/19

(21)Application number : 05-188982

(71)Applicant : TOYODA MACH WORKS LTD

(22)Date of filing : 30.06.1993

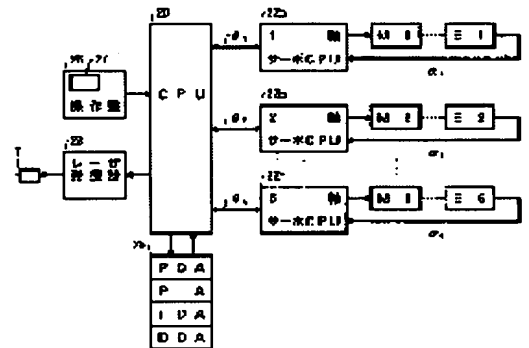
(72)Inventor : KOMURO KATSUHIRO  
YOSHIDA YOJI

## (54) ROBOT CONTROLLER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To facilitate setting of a scope of permissible action so as to improve work efficiency by specifying a scope of permissible three-dimensional action by a shape and space coordinate having the predetermined relationship.

CONSTITUTION: Shape selection menu of a scope of possible action is displayed on CRT 27 of an operation panel 26 and shape is selected through key inputting. The selected shape specification data is stored in DDA region of a memory 25. Next, input point of data related to position and size is displayed on the CRT 27 based on the shape data stored in FDA region of the memory 25. A worker moves a tip of a robot to a position on the displayed space coordinate system in an actual space to store a coordinate value of the position in the DDA region. Next, the actual scope of three-dimensional action is computed and determined from this input coordinate. Further, a teaching point data is read from PDA region of the memory 25 to compute position coordinate of an interpolation point. If it is in the scope of possible action, the tip of robot is positioned and controlled at the interpolation point, and if it is out of the scope, it is stopped.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-24762

(43)公開日 平成7年(1995)1月27日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 5 J 13/00	Z			
G 0 5 B 19/19	IV	9064-3H		

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平5-188982

(22)出願日 平成5年(1993)6月30日

(71)出願人 000003470

豊田工機株式会社

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地

(72)発明者 小室 克弘

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

(72)発明者 ▲吉▼田 洋二

愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 豊田工機株式会社内

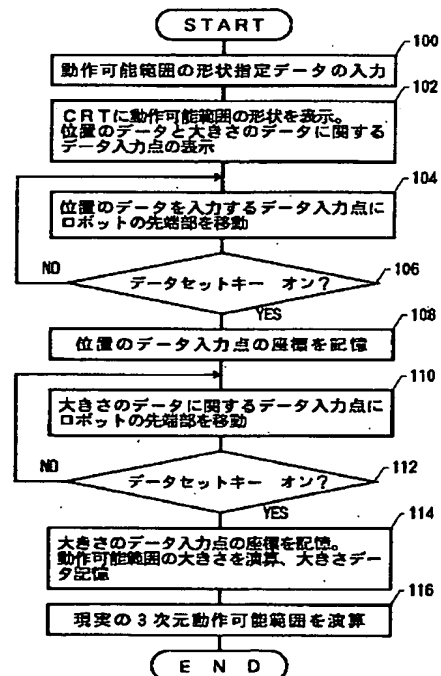
(74)代理人 弁理士 藤谷 修

(54)【発明の名称】 ロボット制御装置

(57)【要約】

【目的】 ロボットに許可し得る動作可能範囲の設定を容易化することで、作業効率を改善すると共に作業の安全性を向上させること。

【構成】 3次元動作可能範囲の形状、位置、大きさを、それぞれ、指定入力する形状指定手段100と、位置指定手段104と、大きさ指定手段110と、指定された形状、位置及び大きさに基づいて、空間座標系における現実の3次元動作可能範囲を特定するデータを演算する演算手段116と、ロボットの位置及び姿勢の制御時に、その位置決め制御目標位置がロボットの先端部分が現実の3次元動作可能範囲に存在するか否かを判定する判定手段と、判定手段により制御目標位置が現実の3次元動作可能範囲内に存在しない場合には、その制御目標位置への位置決め制御を禁止する手段とを設けた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロボットの位置及び姿勢を制御するロボット制御装置において、

前記 3 次元動作可能範囲の形状を指定入力する形状指定手段と、

前記 3 次元動作可能範囲に対して所定の関係にある点を空間座標系において指定することで前記 3 次元動作可能範囲の位置を空間座標系において指定する位置指定手段と、

指定された形状に基づいて、空間座標系における現実の 3 次元動作可能範囲を特定するデータを演算する演算手段と、

前記ロボットの位置及び姿勢の制御時に、その位置決め制御目標位置が前記ロボットの先端部分が前記現実の 3 次元動作可能範囲に存在するか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段により前記制御目標位置が前記現実の 3 次元動作可能範囲内に存在しない場合には、その制御目標位置への位置決め制御を禁止する動作禁止手段とを設けたことを特徴とするロボット制御装置。

【請求項 2】 前記 3 次元動作可能範囲の大きさに関する値を指定入力する大きさ指定手段を有し、前記位置指定手段又は大きさ指定手段は、ロボットの先端部を空間座標系の所定位置に移動させて、その点の座標値を読み取る手段であることを特徴とする請求項 1 に記載のロボット制御装置。

【請求項 3】 前記 3 次元動作可能範囲において部分的な動作禁止領域を特定するデータを入力する部分禁止領域指定手段を有し、前記演算手段は、前記部分禁止領域指定手段により指定された領域を前記現実の 3 次元動作可能範囲から除去した領域として演算することを特徴とする請求項 1 に記載のロボット制御装置。

【請求項 4】 ロボットの位置及び姿勢を制御するロボット制御装置において、前記 3 次元動作可能範囲を指定入力する動作可能範囲指定手段と、

この動作可能範囲指定手段によって指定された 3 次元動作可能範囲における部分的な動作禁止領域を特定するデータを入力する部分禁止領域指定手段と、

この部分禁止領域指定手段によって指定された動作禁止領域を前記動作可能範囲指定手段によって指定された 3 次元動作可能範囲から除去して空間座標系における現実の 3 次元動作可能範囲を特定するデータを演算する演算手段と、

前記ロボットの位置及び姿勢の制御時に、その位置決め制御目標位置が前記ロボットの先端部分が前記現実の 3 次元動作可能範囲に存在するか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段により前記制御目標位置が前記現実の 3 次元動作可能範囲内に存在しない場合には、その制御目標位置への位置決め制御を禁止する動作禁止手段とを設けたことを特徴とする

たことを特徴とするロボット制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ロボットの位置及び姿勢を制御するロボット制御装置に関する。特に、ロボットの先端部分の動作範囲を制限するようにして作業の安全性を図った装置に関する。

## 【0002】

【従来技術】 従来、特開昭60-44293号公報に記載のように、ロボットの先端位置の動作許可範囲を予め設定する装置が知られている。その装置では、空間座標系における直方体の角の点の座標を直接に入力する方法と、空間座標系において、現実にはロボットの先端点を直方体の角の点に位置決めして、その位置の座標を記憶する方法とが採用されている。そして、ティーチング時及びプレイバック時にロボットの先端点の目標位置がその動作許可範囲に存在する場合には、その範囲内における目標点への位置決めができ、その範囲外に目標位置がある場合には、その目標位置への位置決めを禁止することが行われている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このような動作許可範囲の設定により、ロボットの位置決め制御における安全性が確保されているが、設定される範囲の形状は直方体に限定されており、ロボットの行う種々の加工動作に対して必ずしも適切ではなかった。又、このような動作可能範囲の設定は煩雑であり、多大な時間を必要とするという問題があった。本発明は上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、ロボットに許可し得る動作可能範囲の設定を容易化することで、作業効率を改善すると共に、作業の安全性を向上させることである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するための請求項 1 の発明の構成は、ロボットの位置及び姿勢を制御するロボット制御装置において、3 次元動作可能範囲の形状を指定入力する形状指定手段と、3 次元動作可能範囲に対して所定の関係にある点を空間座標系において指定することで3 次元動作可能範囲の位置を空間座標系において指定する位置指定手段と、指定された形状及び位置に基づいて、空間座標系における現実の 3 次元動作可能範囲を特定するデータを演算する演算手段と、ロボットの位置及び姿勢の制御時に、その位置決め制御目標位置がロボットの先端部分が現実の 3 次元動作可能範囲に存在するか否かを判定する判定手段と、判定手段により制御目標位置が現実の 3 次元動作可能範囲内に存在しない場合には、その制御目標位置への位置決め制御を禁止する動作禁止手段とを設けたことを特徴とする。

【0005】 又、請求項 2 の発明は、3 次元動作可能範囲を特定するのに、ロボットの先端部を空間座標系にお

ii

演

# 激

いて現実に移動させて位置決めすることで行うことを特徴とする。さらに、請求項 3 及び 4 の発明は、形状、位置、大きさのデータにより決定された 3 次元動作可能範囲から、動作禁止領域を部分的に除去することができるようにしたことを特徴とする。

## 【0006】

【作用】ロボットの先端の 3 次元動作可能範囲を空間座標系において設定する場合に、設定すべき 3 次元動作可能範囲の形状とその範囲の設定位置とを指定するデータが入力される。空間座標系における現実の 3 次元動作可能範囲の存在領域が演算される。次に、現実にはロボットの先端部分の位置決め動作が実行される場合には、ロボットの先端部分の制御目標位置が設定された現実の 3 次元動作可能範囲に存在するか否かが判定され、その範囲に存在する場合にのみ制御目標位置への位置決め制御が実行される。又、動作可能範囲から部分的な動作禁止領域が設定された場合には、その動作禁止領域を除く 3 次元動作可能範囲が演算されて、その動作可能範囲内においてのみ、ロボットの先端部の位置決め制御が可能となる。

## 【0007】

【発明の効果】本発明は、このようにして、3 次元動作可能範囲を形状やその範囲と所定の関係にある点の空間座標系における座標等を指定することで、空間座標系に設定される現実の 3 次元動作可能範囲が演算される。従って、特に、動作可能範囲の形状が任意に選択できるので、工作物や作業の種類に応じた動作可能範囲の設定が極めて容易となるため、作業性が向上する。又、3 次元動作可能範囲の設定を現実のロボットの先端部を位置決めすることで入力する場合には、作業者は動作可能範囲を容易にイメージすることができ、範囲の設定が極めて容易となる。さらに、3 次元動作可能範囲において、部分的に動作禁止領域が容易に設定できるため、基本的な形状で指定された動作可能範囲内に障害物が存在する場合には、その障害物の存在する領域を動作禁止領域として容易に除去することが可能となり、この場合の動作可能範囲の設定作業が極めて容易となると共に動作可能範囲を詳細に決定できるので、より作業の安全性が確保される。

## 【0008】

【実施例】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。図 1 は 6 軸多関節ロボットの機構を示した機構図である。10 がロボット本体であり、フロアに本体 10 を固定するベース 12 が配設され、ベース 12 上にはコラム 13 が固設されており、コラム 13 はボディ 14 を回転自在に配設している。ボディ 14 はアッパーアーム 15 を回転自在に軸支し、アッパーアーム 15 は、フォアアーム 16 を回転自在に軸支している。ボディ 14、アッパーアーム 15、フォアアーム 16 は、それぞれ、サーボモータ M1、M2、M3（図 2 参照）によっ

て、軸 a、b、c の回りに回転駆動される。この回転角はエンコーダ E1、E2、E3 によって検出される。フォアアーム 16 の先端部にはリスト 17 が d 軸の周りに回転可能に軸支され、リスト 17 にはハンド 18 が e 軸の周りに回転自在に軸支されている。

【0009】さらに、ハンド 18 は f 軸の周りに回転可能に軸支されており、このハンド 18 に溶接トーチ T が取り付けられている。そして、この溶接トーチ T により工作物 W が加工される。尚、d 軸、e 軸、f 軸はサーボモータ M4、M5、M6 によって駆動される。

【0010】図 2 はロボットの姿勢制御装置の電氣的構成を示したブロックダイアグラムである。20 はマイクロコンピュータ等から成る中央処理装置である。この中央処理装置 20 には、メモリ 25、サーボモータを駆動するためのサーボ CPU 22a～22f、ジョグ運転の指令、教示点の指示等を行う操作盤 26、溶接のためのレーザ発振器 23 が接続されている。その操作盤 26 には各種のデータを表示する CRT 27 が配設されている。又、そのレーザ発振器 23 には溶接トーチ T が接続されている。ロボットに取付けられた各軸 a～f 駆動用のサーボモータ M1～M6 は、それぞれサーボ CPU 22a～22f によって駆動される。

【0011】サーボ CPU 22a～22f のそれぞれは、中央処理装置 20 から出力される出力角度データ  $\theta_1 \sim \theta_6$  と、サーボモータ M1～M6 に連結されたエンコーダ E1～E6 の出力  $\alpha_1 \sim \alpha_6$  との間の偏差を演算し、この演算された偏差の大きさに応じた速度で各サーボモータ M1～M6 を回転させるように作動する。

【0012】メモリ 25 にはロボットを教示点データに従って動作させるためのプログラムが記憶された PA 領域とロボットの位置及び姿勢を表す教示点データを記憶する PDA 領域と 3 次元動作可能範囲を特定するデータを形状毎に記憶する FDA 領域と現実の 3 次元動作可能範囲を設定するために必要な形状の指定データ、位置の指定データ、大きさの指定データを記憶する DDA 領域とが形成されている。

【0013】次に、その作用について説明する。図 3 は同実施例装置において使用されている CPU 20 の教示に関する処理手順を示したフローチャートである。先ず、ステップ 100 で、操作盤 26 の CRT 27 に動作可能範囲の形状の選択メニューが表示され、作業者のキー入力により形状が選択される。動作可能範囲の形状としては、直方体、球、円柱等である。選択された形状指定データはメモリ 25 の DDA 領域に記憶される。作業者は工作物の加工の種類により、ロボットの先端部の動作可能範囲の形状を決定する。次に、ステップ 102 において、図 5 に示すように、メモリ 25 の FDA 領域に記憶された形状データに基づいて、CRT 27 に位置及び大きさに関するデータの入力点が表示される。例えば、動作可能範囲の形状に直方体が選択された場合には、図 4

に示すように、直方体の形状及び位置のデータ入力点Aと大きさのデータ入力点Bとが表示される。入力点Bと入力点Aとは対角線上に存在する。

【0014】次に、ステップ104において、作業者は現実の空間において、選択された形状の3次元動作可能範囲を想定する共に、CRT27に表示された位置のデータ入力点Aに相当する空間座標系上の位置にロボットの先端部が移動される。これは、作業者が操作盤26を操作することによるジョグ運転により行われる。次に、ステップ106において、操作盤26のデータセットキーが押下されたか否かが判定され、データセットキーが押下された場合には、ステップ108において、位置のデータ入力点Aの空間座標系における座標値( $A_x, A_y, A_z$ )がメモリ25のDDA領域に記憶される。尚、ロボットの先端部の座標値はロボットの各軸の現在の角度を座標変換することにより求めることができる。又、データセットキーが押下されない場合には、ステップ104のジョグ運転による位置決め動作が繰り返し実行される。

【0015】次に、ステップ110において、同様に、現実の空間において、選択された形状の3次元動作可能範囲を想定する共に、CRT27に表示された図4に示す大きさのデータ入力点Bに相当する空間座標系上の位置にロボットの先端部がジョグ運転により移動される。次に、ステップ112において、操作盤26のデータセットキーが押下されたか否かが判定され、データセットキーが押下された場合には、ステップ114において、大きさのデータ入力点Bの空間座標系における座標値( $B_x, B_y, B_z$ )がメモリ25のDDA領域に記憶される。又、データセットキーが押下されない場合には、ステップ110のジョグ運転による位置決め動作が繰り返し実行される。

【0016】次に、ステップ116において、ステップ108で入力された位置のデータ入力点Aの座標とステップ114で入力された大きさのデータ入力点Bの座標とから現実の3次元動作可能範囲を特定するデータが演算される。図4に示す直方体の例では、位置のデータ入力点Aと大きさのデータ入力点Bとは対角線上にある。従って、大きさのデータ入力点Bの位置のデータ入力点Aに対する変位( $E_x, E_y, E_z$ ) = ( $B_x - A_x, B_y - A_y, B_z - A_z$ )が演算される。この変位( $E_x, E_y, E_z$ )と位置のデータ入力点Aの座標値( $A_x, A_y, A_z$ )とから、現実の3次元動作可能範囲が決定される。

【0017】次に、ロボットの位置決め及び姿勢制御について説明する。CPU20は図6に示す手順を実行する。ステップ200では、メモリ25のPDA領域に記憶された教示点データが読み出され、次に、ステップ202では、隣接する教示点間を補間する点の位置座標(X, Y, Z)が補間演算される。そして、ステップ204では、ロボットの先端部の補間点(X, Y, Z)が現実設定された3次元動作可能範囲に存在することの演算が

行われる。即ち、図4に示す3次元動作可能範囲内に補間点が存在するか否かが判定される。ステップ206で補間点が3次元動作可能範囲内に存在すると判定された場合には、ステップ208において、ロボットの先端部はステップ202で演算された補間点に位置決め制御される。一方、ステップ206において、補間点が3次元動作可能範囲に存在しないと判定された場合には、ステップ210において、補間点への位置決め動作が停止される。

【0018】以上のようにして、空間座標系において、ロボットの先端部の3次元動作可能範囲を設定することができ、位置決め目標点とその3次元動作可能範囲に存在しない場合には位置決め動作を禁止することができる。よって、3次元動作可能範囲の設定が極めて容易となると共にロボットの位置及び姿勢制御動作における危険を防止することができる。

【0019】尚、上記実施例では、CRT27上の動作可能範囲の形状の表示に従って、空間座標系の指定点に現実にはロボットの先端部を移動させて、その点の座標値を記憶するようにしている。しかし、操作盤26から、直接に、図4に示す位置のデータ入力点Aの座標値及び大きさのデータ入力点Bの座標値を数値として入力するようにしても良い。

【0020】さらに、3次元動作可能範囲を球体で指定した場合には、図7に示すように、球の中心を位置のデータ入力点Aとし、球面上の任意の点Bを大きさのデータ入力点Bとしてもよい。この球体の場合には球面上の任意の点Bと中心点Aとから球の半径rが大きさのデータとして演算される。又、球の場合には、球面上の3点を指示するようにしても良い。

【0021】又、円柱の場合には、図8に示すように、底面の中心点Aを位置のデータ入力点Aとし、底面の円周上の任意の点B及び高さ方向(z軸方向)の任意の点Cを大きさのデータ入力点B, Cとすることができる。また、これ以外の点であっても、円柱を定義できる点であれば位置のデータ入力点と大きさのデータ入力点とは任意に指定することができる。

【0022】以上述べた実施例では、直方体、球、円柱等の異なった形状を指定できるようにしているが、形状指定データは必ずしも異なった形状を用意しておく必要はない。例えば、図9に示すように、直方体の大、中、小というような大きさ別に形状を指定できる場合には、大きさのデータ入力は必要ではない。

【0023】又、上述した実施例では、形状の大きさ、データ入力点Bによって、3次元動作可能範囲が決定されるが、図10に示すように各形状の基準となる大きさを予め設定しておき、この基準形状に対する倍率を入力することによって大きさを変化させるようにしても良い。

【0024】次に、第2実施例について説明する。本実施例は、3次元動作可能領域から障害物の存在する領域

## 発

を除去できるようにした装置である。CPU20は図3に示す手順で3次元動作可能範囲を指定したあとで、図12に示す部分禁止領域の設定プログラムを実行する。ステップ300では、CRT27に表示された図4の動作可能範囲において、図11に示すように、作業者にの操作盤26の操作により、画面上で障害物Sの最前面上の4つの点S1、S2、S3、S4が指定される。次に、ステップ302において、入力された4つの点の座標から部分禁止領域が演算される。この領域は2つの点で決定される面Gと3次元動作可能領域の面Hとで挟まれた領域Jとして決定される。この部分禁止領域Jは、図4に示す3次元動作可能範囲がA点の位置座標とその点に対する対角線上の点Bの変位とにより定義されたのと同様にして定義される。即ち、図11に示すように、点S2の座標(Sx, Sy, Sz)と変位ex, ey, ezとを用いて部分禁止領域Jが設定される。

【0025】現実のロボットの先端部の位置決め制御では、図6で示すプログラムが実行されるが、ステップ204において、ロボットの先端部の補間点が3次元動作可能範囲に存在することを演算する場合に、次の式を満たさないことが条件となる。

【数1】  $0 \leq (x - S_x / e_x) \leq 1$  かつ

$0 \leq (y - S_y / e_y) \leq 1$  かつ

$0 \leq (z - S_z / e_z) \leq 1$

【0026】このようにして、現実の3次元動作可能範囲から部分禁止領域を除去した領域が実質的な3次元動作可能範囲となる。ロボットの先端部の制御目標位置がこの範囲に存在しない場合には動作禁止となる。

【0027】また、球体の場合には、図13に示すように、障害物Sが突出している場合には、平面Vの位置を指定することで、部分禁止領域を図13に示すように平面Vと球面Qとで挟まれた部分とすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例装置で駆動されるロボットの構成を示した説明図。

【図2】実施例装置の電氣的構成を示したブロックダイヤグラム。

【図3】動作可能範囲を設定するためのCPUによる処理手順を示したフローチャート。

【図4】動作可能範囲の設定方法を示した説明図。

【図5】動作可能範囲を特定するデータを示した説明図。

【図6】位置決め制御時のCPUの処理手順を示したフローチャート。

【図7】他の動作可能範囲の設定方法を示した説明図。

【図8】他の動作可能範囲の設定方法を示した説明図。

【図9】他の動作可能範囲の設定方法を示した説明図。

【図10】他の動作可能範囲の設定方法を示した説明図。

【図11】動作可能範囲に障害物が存在する時の部分禁止領域を設定する方法を説明した説明図。

【図12】部分禁止領域の設定のためのCPUによる演算手順を示したフローチャート。

ii 【図13】動作可能範囲が他の形状の場合において、部分禁止領域を設定する方法を示した説明図。

【符号の説明】

10…ロボット本体

18…ハンド

20…中央処理装置

25…メモリ

T…工具（溶接トーチ）

S…変位センサ

W…工作物

ステップ100 …形状指定手段

ii ステップ102 ～ステップ114 …位置指定手段、大きさ指定手段

ステップ116 …演算手段

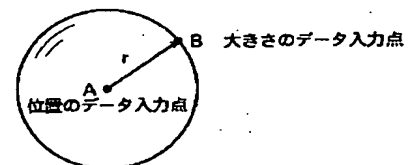
ステップ204、206 …判定手段

ステップ210 …動作禁止手段

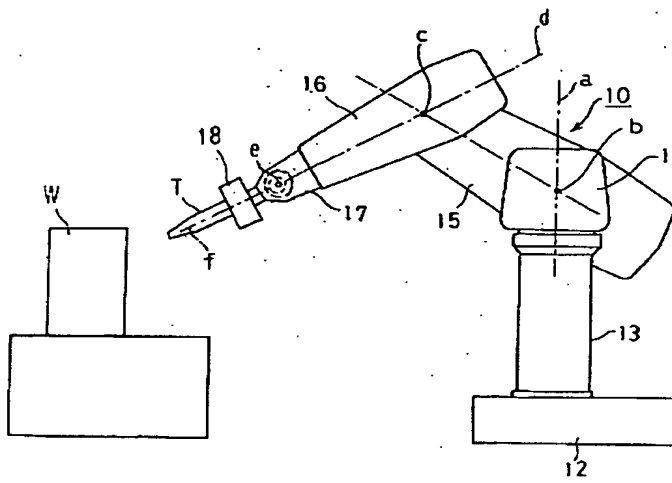
【図5】

形 状	位置のデータ	大きさのデータ
直方体	左下角点	右上角点
球	中心	球面上の任意点（半径）
円柱	底面の中心	半径と高さ

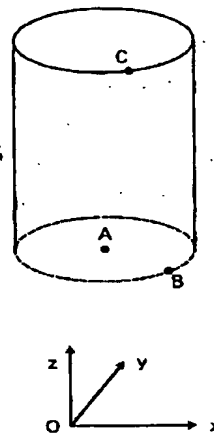
【図7】



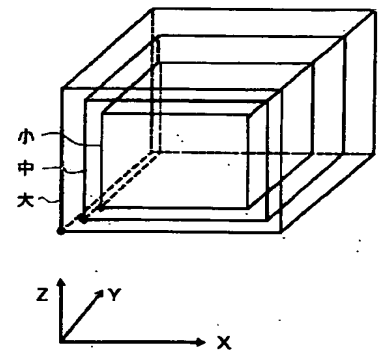
【図 1】



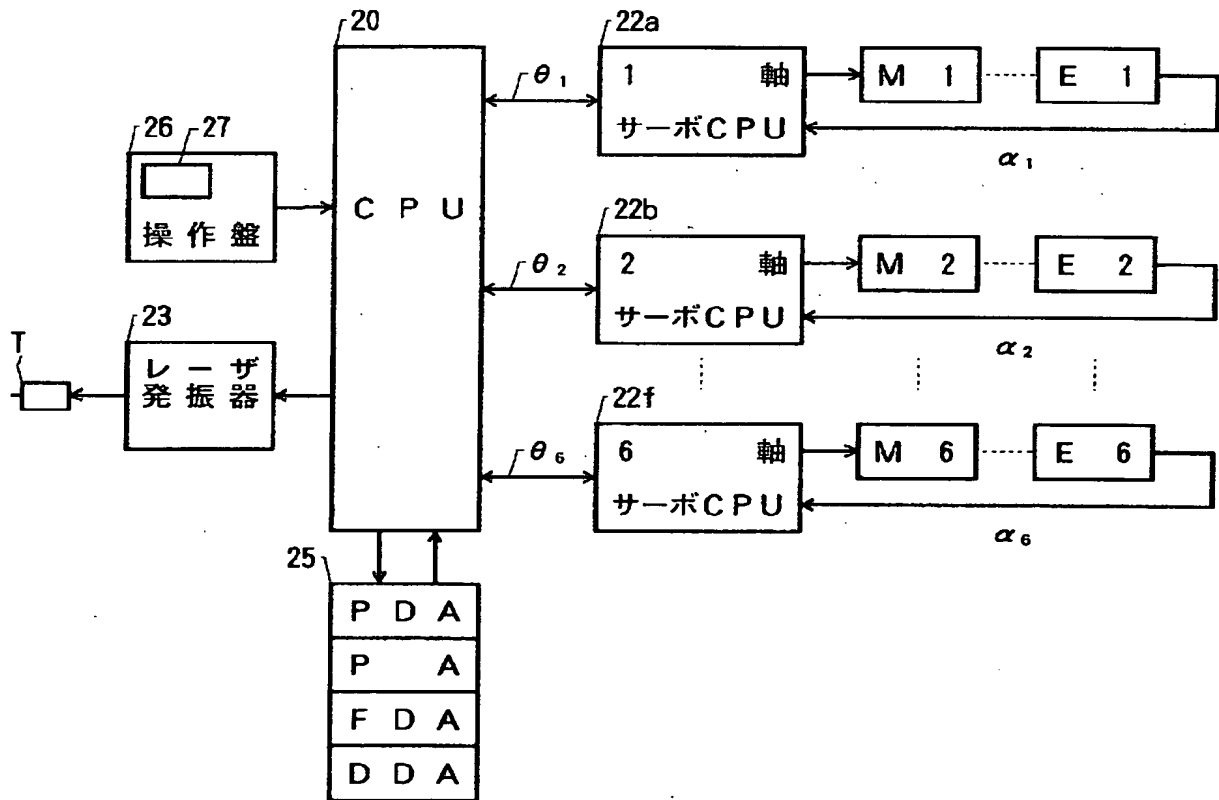
【図 8】



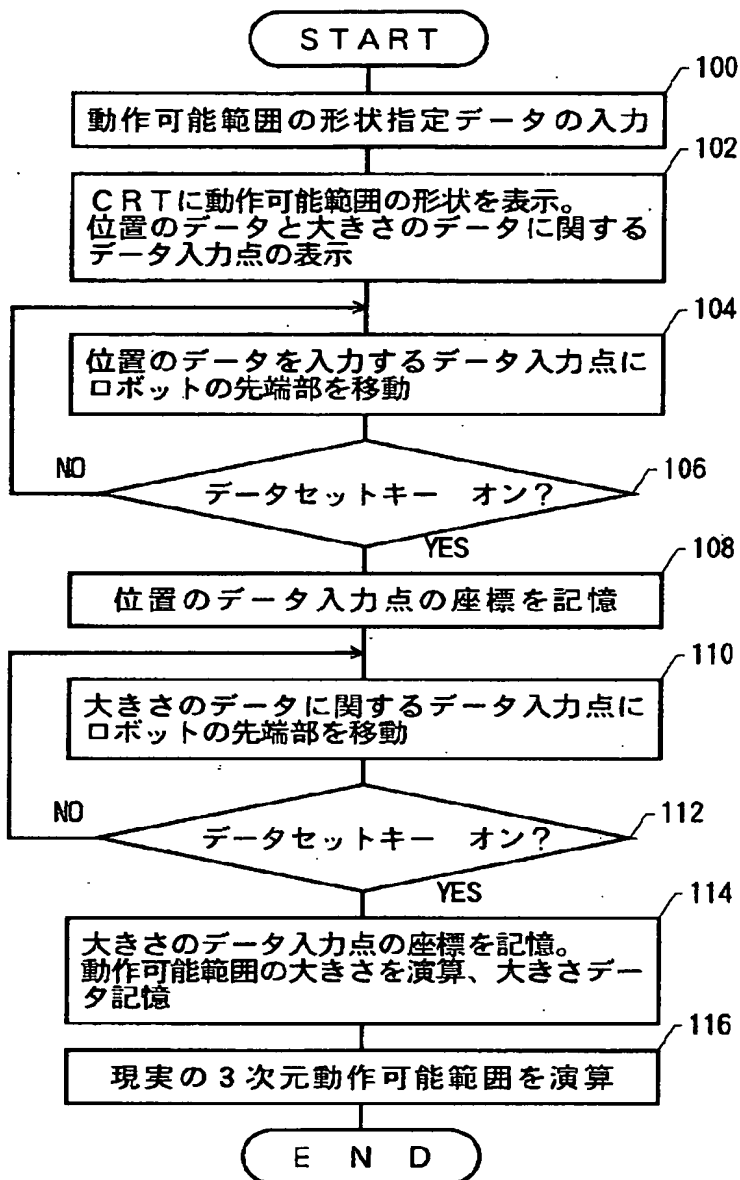
【図 9】



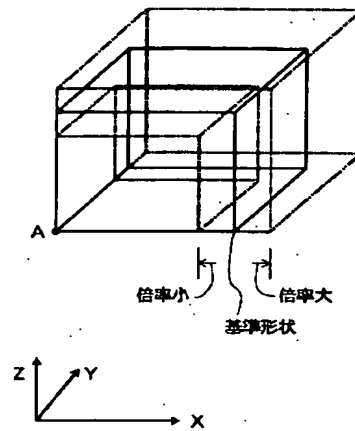
【図 2】



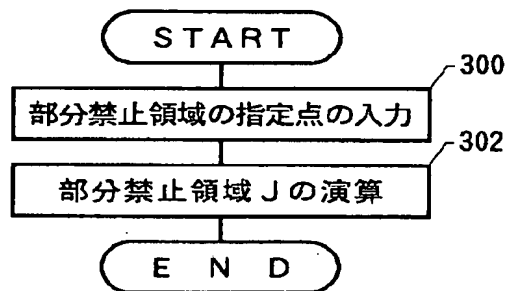
【図 3】



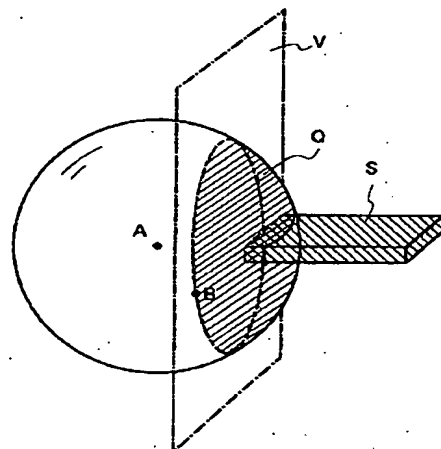
【図 10】



【図 12】

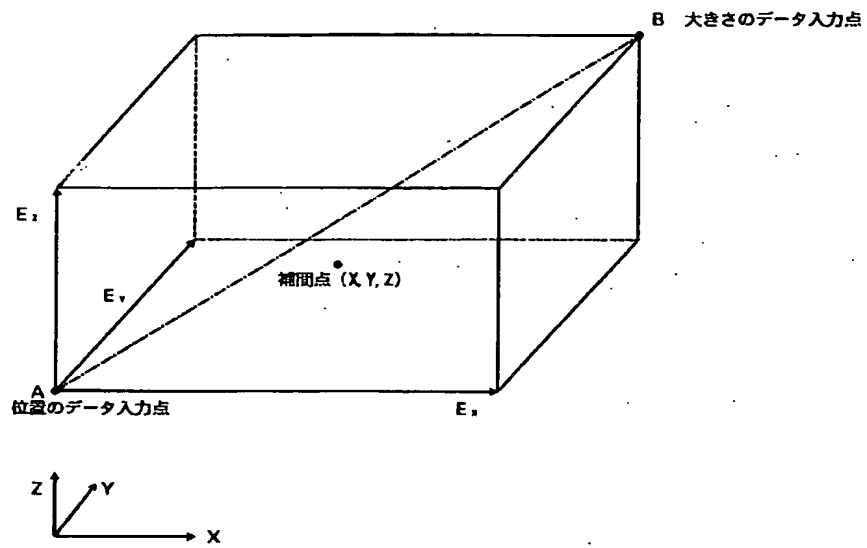


【図 13】

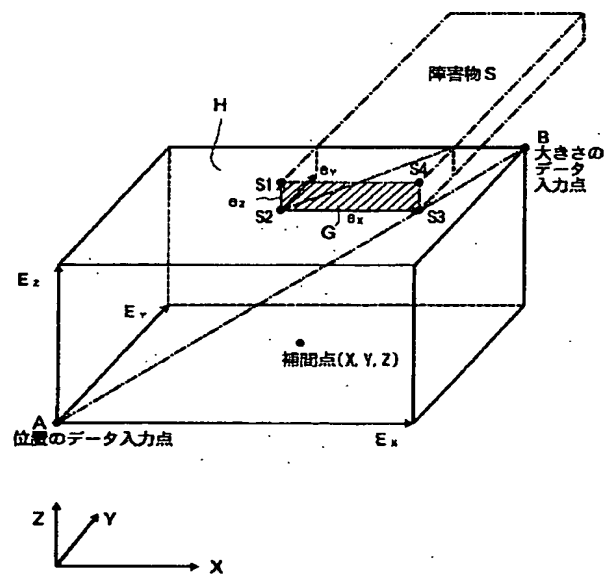




【図 4】



【図 11】



【図 6】

